ChinaXiv合作期刊

我国草原恢复与保护的问题与对策

潘庆民[1,2*] 孙佳美[1,2] 杨元合[1] 刘 伟[1,2] 李 昂[1] 彭云峰[1] 薛建国[1] 夏 昊[3] 黄建辉[1]

1 中国科学院植物研究所 植被与环境变化国家重点实验室 北京 100093

2 中国科学院生态草牧业工程实验室 北京 100093

3 中国科学院空天信息创新研究院 北京 100094

chinaXiv:202303.08820v1

摘要 我国草原总面积为392.8万平方公里，约占国土面积的40.9%，是国家生态安全的重要绿色屏障，也是农牧民赖以生存的主要生产资料。然而，自20世纪80年代开始，我国草原发生了大面积、不同程度的退化。迄今，“局部好转、整体恶化”的态势没有得到根本扭转，这已成为制约我国生态文明建设和社会经济发展的主要瓶颈。文章分析了我国草原恢复与保护的现状及存在的问题，提出草原恢复与可持续管理的对策，旨在为我国草原的恢复、保护和可持续利用提供参考。

关键词 天然草地，“以小保大”原理，生态功能，生产功能，智能放牧系统

DOI 10.16418/j.issn.1000-3045.20210511001

我国是一个草原大国，草原总面积392.8万平方公里，约占全球草原面积的12%，草原面积位居世界第一[1]。从我国各类土地资源来看，草原约占国土面积的40.9%，是耕地面积的2.91倍、森林面积的1.89倍，比耕地与森林的面积之和还要多15%[1]。因此，草原是我国最大的陆地生态系统。我国的草原主要分布在西部和北部的半干旱、干旱和高寒地区，是国家生态安全的重要绿色屏障[2]。同时，草原作为可更新的生物资源，是牧民群众基本的生产生活资料和脱贫致富奔小康的重要依托，也是我国新时代生态文明建设的主战场。

由于气候变化（如温度上升、极端降水和干旱事件发生频率增加等）、超载过牧、草原管理水平的相对落后，我国90%左右的天然草原处于不同程度的退化状态，而草原的大面积退化又引发了一系列生态环境和民生问题。一方面，草原退化导致其生态服务功能显著下降。草原生态功能是指草原生态系统固有的生境、生物学性质或生态过程，是草原提供生态资源的先决条件和维持社会经济发展的基础，主要包括初级生产功能、碳汇功能、气候调节功能、水源涵养

*通信作者

资助项目：中国科学院战略性先导科技专项（A类）（XDA26020101）

修改稿收到日期：2021年5月30日

chinaXiv:202303.08820v1

功能、防风固沙与养分固持功能、环境净化功能和生物多样性保护功能。草原的退化导致植被覆盖度和初级生产力降低、碳循环源-汇关系失调、气候调节能力下降、土壤养分和水分保持能力下降、河流干涸、湖泊萎缩、生物多样性降低，以及虫鼠害、沙尘暴等自然灾害频繁发生，直接威胁国家生态安全。另一方面，草原生态环境的持续恶化制约了草原牧区畜牧业发展。2015年，全国268个牧区半牧区县（旗）中的152个是国家扶贫的重点县，占总数的57%[3]。一个主要原因是我国主要牧区牧民收入以传统的草地畜牧业为主，收入来源较为单一，增长缓慢。调查显示，2000—2016年我国牧民人均纯收入增长了152.3%，远低于同期农区居民纯收入的增长幅度（人均增长率为435.2%）。2017年，我国内蒙古、新疆、西藏、青海、甘肃、四川六大牧区的牧民人均收入比全国农民的人均收入低[1]。分析原因，草地退化是限制牧民增收的重要因素。

党的十九大报告明确指出，统筹山水林田湖草系统治理，实行最严格的生态环境保护制度。草原成为美丽中国建设的重要内容，对推进草原生态恢复具有里程碑式的意义。草原最大的价值在生态，最大的责任在生态，最大的潜力也在生态。但是，如何恢复退化的草原，有效解决草原牧区生态、生产、生活的“三生”问题，探索以“生态优先、绿色发展”为导向的高质量发展新路子，是我国草原牧区生态文明建设的迫切需求。

1 我国草原的分布与特点

1.1 我国草原的类型与分布

我国的草原根据所处地区的自然条件一般分为四大类，即温带草原、高寒草原、荒漠区草原和南方草山草坡[4]。其中，温带草原主要分布在我国北温带半干旱区，包括内蒙古高原、黄土高原和松辽平原，面积约106.7万平方公里；从东向西，随着降水量逐渐减少，依次细分为草甸草原、典型草原与荒漠草原等草原类型，以饲养绵羊和肉牛为主。高寒草原主要分布在青藏高原，海拔一般在3 000米以上，面积约126.7万平方公里；高寒草原是世界上最具特色的一类草地，主要饲养牦牛与藏羊。荒漠区草原分布在新疆的天山、阿尔泰山、柴达木盆地和内蒙古的阿拉善地区，以山地草地、山麓草地和荒漠绿洲为主，面积约60万平方公里，主要饲养细毛羊和骆驼。南方草山草坡，多为森林破坏后的次生草地或海拔较高的中高山草地，面积约66.7万平方公里，具有较好的水热条件和生产潜力[4]。

1.2 我国草原的主要特点

我国的草原由于所处环境受水热条件的制约，呈现3个特点：① 牧草生长具有明显的季节变化。主要受到气候要素的影响，通常表现为单峰曲线——夏秋牧草生长快速，冬春则生长缓慢或停止生长，由此导致季节间饲草供给严重不平衡。② 物种组成丰富，生物多样性较高。一般温带草甸草原每平方米大致有20—30种植物，典型草原15种左右，荒漠草原10种左右，高寒草甸可多达40种以上[4]。丰富多样的草原植物是我国最重要的天然植物基因资源库。③ 牧草饲用价值高。我国天然草原的植物，特别是一些优势种，如羊草、针茅属植物、嵩草属植物等，均具有较好的饲用价值。其中，禾草的粗蛋白含量达到8%—16%，豆科牧草粗蛋白含量达到15%—26%[4]，适口性好，十分适宜放牧。

2 我国草原恢复的现状与问题

2.1 我国草原恢复现状

当前，我国草原面临的最大问题是大面积退化。所谓草原退化是指由于人为活动或不利自然因素所引起的草原（包括植物及土壤）生态质量衰退，生产力、经济产出及服务功能降低，环境变劣及生物多样性或复杂程度降低，恢复功能减弱或基本失去[5]。事

ChinaXiv合作期刊

chinaXiv:202303.08820v1

实上，我国的草原形成于百万年前，利用历史可以上溯到新石器时代（已超过4 000年），草原农垦的历史亦逾千年，比世界其他几个草原大国早得多。但是，草原大面积退化是直到20世纪80年代才开始[5]，到20世纪末最为严重，退化草地已占到草原总面积90%左右。

为了保护、建设和合理利用草原，改善生态环境，维护生物多样性，发展现代畜牧业，促进经济和社会的可持续发展，1985年6月，针对我国草原大面积退化的问题，第六届全国人民代表大会常务委员会第十一次会议通过了《中华人民共和国草原法》，这使我国草原管理进入了有法可依的法制化管理阶段。2000年以来，我国草原地区陆续实施了“京津风沙源治理”“退牧还草”“天然草原保护”“石漠化治理”“草原监测预警”等多个重大生态工程。其中，“退牧还草”工程是草原生态建设的主体工程——从2003年开始实施，到2018年中央已累计投入资金295.7亿元[1]。2011—2018年，我国又在内蒙古、西藏、新疆等13个主要草原牧区省份，组织实施了“草原生态保护补助奖励政策”，国家累计投入资金1 326亿元[1]。这在一定程度上遏制了草原退化的势头，但是迄今，我国草原“局部好转、整体恶化”的态势没有得到根本扭转[6]。到2017年，内蒙古草原总体已经恢复到接近20世纪80年代的水平[1]。

2.2 我国草原恢复面临的问题

（1）天然草原的生态与生产功能配置不合理。长期以来，我国草原牧区畜牧业一直严重依赖天然草原，导致草原长期处于超载过牧状态，各牧区实际载畜量一直显著高于草原的载畜能力[7,8]。从根本上讲，这是人们普遍重视草原的生产功能，而忽视其生态功能，导致二者配置不合理造成的[8]。据测算，我国草原每年生态服务功能的价值约8 697.68亿元，而通过畜牧业实际实现的价值仅为150亿元[9]。因此，从生态经济学角度看，以追求畜牧业产值为核心而忽略其他生态功能的草原畜牧业是得不偿失的。当前，中国特色社会主义进入新时代，“生态优先，绿色发展”成为时代的主旋律。在此背景下，草原生态与生产功能的合理配置变得尤为关键。我们认为，现阶段我国天然草原应以恢复与保护为主，以充分发挥草原防风固沙、涵养水源、固碳释氧等生态功能；在此基础上，科学合理地利用草原，发挥其生产功能。

（2）天然草地恢复的目标需要细化和明确。2021年3月，国务院办公厅制定的《关于加强草原保护修复的若干意见》指出，到2025年，草原保护修复制度体系基本建立，草畜矛盾明显缓解，草原退化趋势得到根本遏制，草原综合植被盖度稳定在57%左右，草原生态状况持续改善。到2035年，草原保护修复制度体系更加完善，基本实现草畜平衡，退化草原得到有效治理和修复，草原综合植被盖度稳定在60%左右，草原生态功能和生产功能显著提升，在美丽中国建设中的作用彰显。到21世纪中叶，退化草原得到全面治理和修复，草原生态系统实现良性循环，形成人与自然和谐共生的新格局。这一纲领性文件为我国草原的全面修复和保护提出了清晰的时间表和总目标。但是，退化草原的恢复是一个植被动态演替的过程，中间要经历多个演替状态或阶段。对于一个具体的退化草原生态系统而言，草原恢复的目标需要细化为草原植被恢复演替的状态，也就是我国不同类型的草原分别需要恢复到一个怎样的演替阶段。中度干扰理论认为，适度干扰的生态系统生物多样性最高[10,11]，而生物多样性与生态系统多功能性密切相关，因此适度放牧利用的草原是多功能性最高的系统。同时，放牧优化理论认为，草原初级生产力在适度放牧强度下可以达到最高；也就是说，经过优化的放牧管理方式可以提高草地初级生产力[12]。基于这些生态学理论，结合我国草原的特点及多年来我国草原恢复的实践，我们认为，我国天然草原恢复的目标可以确定为“生物多样性高、生产力水平高、生态系统结构完好”的适

chinaXiv:202303.08820v1

度利用的近顶极群落状态。由于我国草原分布区域辽阔，类型多样，不同区域不同类型的草原需要因地制宜确定其近顶极群落的结构与功能指标。

（3）退化草地恢复缺乏突破性和颠覆性的技术。目前，我国天然草原的恢复仍以围封禁牧、轮牧、休牧等减轻放牧强度的技术为主。但是，依靠上述草原恢复技术，需要较长的年限才能完全恢复草原植被的结构和功能。部分草场实施了浅耕翻、切根、补播等技术，但是多数措施的效果不理想。补齐草原恢复的技术短板，关键在科技。科研人员需要根据不同的草原类型、不同的退化阶段和不同的限制因子，研发一系列共性和专性的恢复技术。

（4）草原放牧管理技术相对落后。放牧是草原最廉价、最有效的利用和管理方式。但是，我国大部分牧民的放牧管理还处于原始自由放牧阶段。部分牧户在国家项目支持下采用了划区轮牧等技术；然而，由于我国北方草原牧草生长只有5—6个月的时间，该项技术由于围栏造价高、实用性差等原因而无法普及。目前，以大数据、物联网为代表的信息技术发展日新月异，但在我国放牧管理中的应用还有待加强。

3 我国退化草原恢复的对策

3.1 基于“以小保大”原理，合理配置草原的生态与生产功能

2012年，党的十八大把生态文明建设纳入五位一体总体布局，使生态文明建设的战略地位更加凸显。党的十九大提出了统筹山水林田湖草系统治理，建设美丽中国的壮美蓝图。草原的功能定位也迎来了历史性的转变。草原利用应该遵循“生态优先、绿色发展”的原则，而生产与生态功能的合理配置是关键。生态草牧业“以小保大”的原理，为天然草原生态功能与生产功能的合理配置提供了基本遵循。“以小保大”原理是方精云等[13]提出的草原牧区发展生态草牧业的基本理论之一。其核心内涵是：在草原牧区利用不足10%（甚至5%）水热条件适宜的土地，建立集约化的高产高效人工草地，提供发展畜牧业所需要的优质牧草（一般来说，人工草地的牧草产量是天然草原的10倍以上），从根本上解决草畜矛盾；对其余90%以上的天然草原进行保护、恢复和适度利用，实现其生态与生产功能的双提升[13]。这一理论是基于我国人工草地与天然草地的实际生产力水平提出的。大量的研究已经证明，在同一区域，人工草地的生产力可以达到天然草地的10—15倍[14]，如果以蛋白质产量计算，则是天然草地的20—40倍[14]（图1）。

3.2 以构建近顶极群落为目标，采取自然恢复与人工辅助恢复相结合的措施，加速退化草原的恢复

自20世纪后半期我国天然草原发生大面积退化以后，草原恢复受到了社会各界的关注。但是，关于我国退化草原恢复的目标尚无统一认识，而确定科学合理的恢复目标是制定具体恢复措施的基础。如果以长年围封样地为代表的“草原气候顶极群落”作为恢复目标，生产实践中很难实现。根据中度干扰理论和放牧优化理论，我们认为我国草原恢复的目标以“近顶极群落”状态比较适宜，而不必恢复到“气候顶极群落状态”。所谓“近顶极群落”是指在物种组成等群落结构特征上与“气候顶极群落”相近，生物多样性得以保持，生态系统结构完好，生态功能与生产功能完善、草-畜关系协调的草原群落。程积民等[15]的研究表明，在黄土高原的退化草地，围封10—15年可以进行合理利用，而不必恢复到原生的顶极群落状态。Buterfield等[16]突破了“原生植被群落最好”的传统认知，把生态系统的结构和功能，而不是当地物种组成结构，作为恢复的目标，取得了成功。因此，我国天然草原恢复以构建近顶极群落为目标是适合的。

目前，我国退化草原恢复的途径主要以减轻放牧压力的自然恢复为主，即依靠植被的自我修复能力恢复退化的草原植被。在退化程度较轻，土壤种子库和地下芽库充足的条件下，这一恢复路径是可行的。但

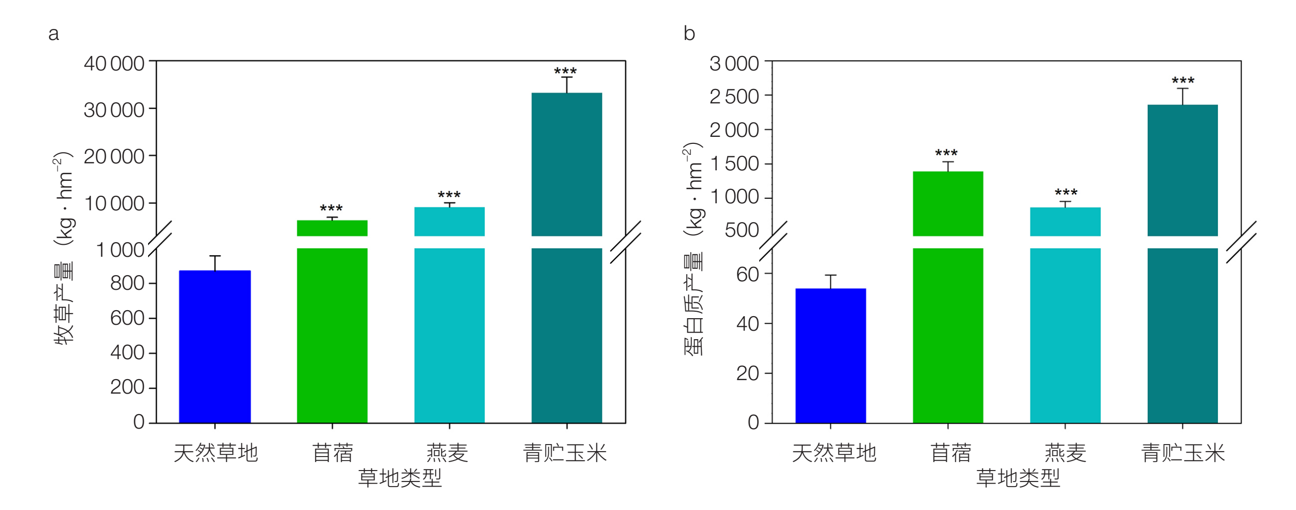


图 1　呼伦贝尔生态草牧业试验区人工草地与天然草地生产力比较

Figure 1　Comparison of dry matter production and crude protein production between natural and cultivated grasslands in Hulunbuir

（a）牧草产量；（b）蛋白质产量

(a) Grass dry matter production; (b) Grass crude protein production

是对于中度和重度退化的草原，仅依靠自然恢复，进程十分缓慢。在减轻或者免除放牧干扰的基础上，通过人工辅助措施，可以使草原得以高效快速恢复。中国科学院植物研究所在呼伦贝尔草原和锡林郭勒草原的恢复实践表明，通过“生物促芽、养分增效、水肥同步”的人工辅助措施，可以使中度退化草原在 2—3 年内实现快速恢复。在青藏高原“黑土滩”型退化草地的恢复治理中，研究人员引入垂穗披碱草（*Elymus untans*）、冷地早熟禾（*Poa crymophila*）、中华羊茅（*Festuca sinensisi*）等优质禾本科牧草[17-19]，先建立人工草地，然后逐渐演替到自然植被，也取得了较好的效果。上述实践表明，我国退化草原的恢复可以采取自然恢复与人工辅助恢复相结合的措施。

3.3 根据不同草原类型，研发退化草原高效快速恢复技术

长期以来，依靠自然恢复是我国天然草原恢复的主要措施。但迄今为止，我国内蒙古草原只恢复到 20 世纪 80 年代的水平[1]。需要指出的是，内蒙古草原在 20 世纪 50 年代的牧草产量是每公顷 1 912 千克，到了 20 世纪 80 年代仅为 1 050 千克，下降了 40%—60%[20]。因此，对于一些中度和重度退化的草原，完全依靠自然恢复，进程十分缓慢。

要加快退化草地恢复的进程，关键在科技。我国天然草原类型多样、利用方式和退化程度不同，其恢复的限制因子也不相同。因此，需要针对不同类型的草原找出恢复的限制因子，针对性地研发突破性技术，从而使退化草原都能得以高效快速恢复。中国科学院植物研究所在呼伦贝尔生态草牧业试验区的试验示范结果表明，采用退化草原快速恢复技术，能够使中度退化的草原在 2—3 年内牧草产量由每公顷 870 千克提高到 2330—2600 千克，提高近 2 倍（图 2）；优质牧草比例由不足 17% 提高到 67%—81%，提高 3 倍多[13]。这些结果启示我们，只要技术方法得当，我国退化的天然草原是可以高效快速恢复的，不仅表现在生产力的大幅度提高，还体现在优质牧草比例的恢复。但是，此类技术还相当缺乏。需要针对不同的草原类型，明确主要的限制因子，研发适合的高效快速恢复技术。

3.4 研发动态草畜平衡的智能放牧系统，实现草原可持续利用

草畜平衡是草原利用的理想范式。但是，大量

chinaXiv:202303.08820v1

ChinaXiv合作期刊

研究表明，在降水量低于400毫米，降水年变异高于30%的干旱半干旱草原地区，植物生长随降水变异而高度涨落，难以核算稳定的环境承载力，很难实现真正的草畜平衡[21-23]；也就是说，在干旱半干旱草原地区，运用静态载畜量进行草畜平衡管理是僵化和不可取的[24]。在此背景下，动态的草畜平衡管理是下一步草地放牧管理的重要方向。其中，智能化高频轮牧模式在国际上已经取得了一些成功的经验，为我国草原放牧管理提供了借鉴。这些新型模式将电子围栏、智能传感器、家畜智能穿戴设备等信息元素植入放牧管理系统中，对草地的饲草产量和家畜的采食行为进行实时监测[25,26]，通过高频轮牧（大约2—3天为一个轮牧周期），使草地实现更长时间的休养生息（图3）。此方面的技术目前方兴未艾，对于草原可

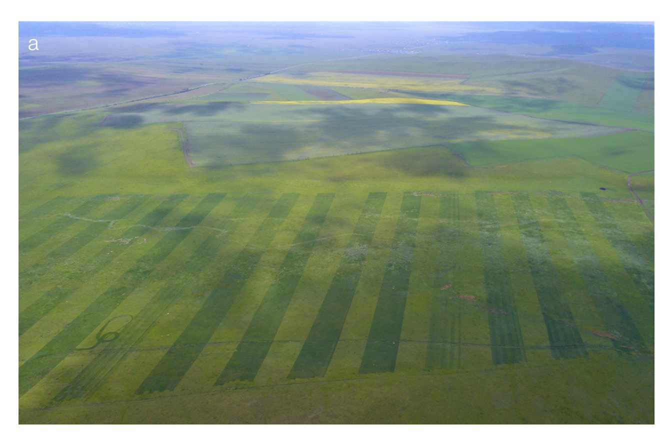




图2　退化草原快速恢复技术在呼伦贝尔生态草牧业试验区的示范效果

Figure 2　Demonstration area of effective restoration measures in Hulunbuir

（a）恢复区与对照区景观效果，深绿色为恢复条带，浅绿色为对照条带；（b）恢复区与对照区近景

（a）Landscape effect, dark green strips indicate restoration area while light green strips demonstrate control area; (b) Photo for restoration area vs. control area

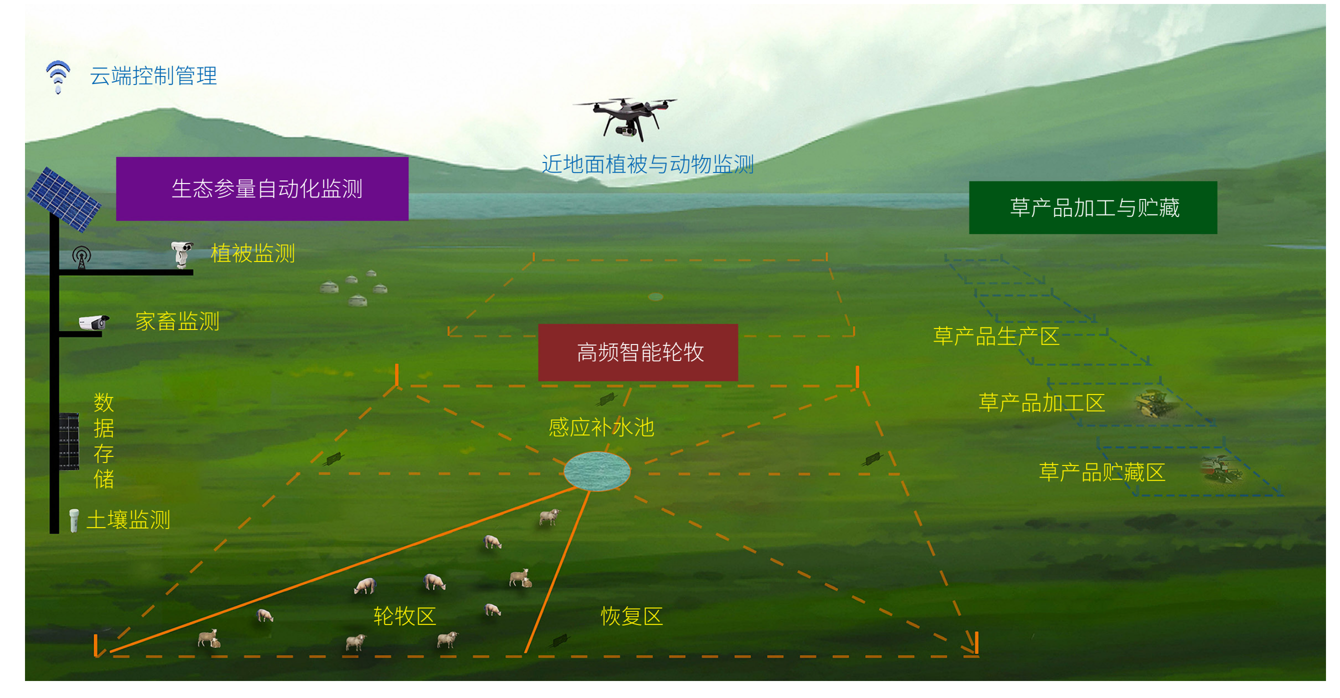


图3　未来动态草畜平衡智能放牧系统示意图

Figure 3　Diagram of future intelligent grazing system based on management concept of dynamic grass-livestock balance

chinaXiv:202303.08820v1

ChinaXiv合作期刊

chinaXiv:202303.08820v1

持续利用具有广阔的应用前景。

3.5 加强依法保护草原力度，根据草原保护状况进行补助和奖励

《中华人民共和国草原法》是草原保护与建设的根本法律依据，历经2次修订。目前，需要加强执法力度，特别是对于破坏草原植被的行为要依法惩处。对待草原要像对待耕地一样，设立基本红线制度，确保我国天然草原功能的完整性、分布的连续性和利用的可持续性。自2011年开始，我国实施草原生态保护补助奖励政策，草原生态补奖项目资金按行政区划逐级下拨，最后直接给到参加禁牧或轮牧的牧户。这项政策对于草原的生态保护发挥了重要作用，但存在的问题是一些地方项目资金没有与草原恢复与保护的成效挂钩，可能陷入“破坏—保护—再破坏—再保护”的恶性循环中，并需要源源不断的资金投入。随着高分卫星影像技术、无人机技术、物联网技术、大数据分析等新技术的应用，建立草原生态保护动态后补偿机制的时机已经成熟。每年对草场的植被进行监测和评估，对于草场植被恢复和保护好的牧户，给予补助或奖励；对于没有达标牧户，减少或停止奖励或补偿；对于导致草原严重退化的牧户，要有一定的惩戒措施。这样，从法制和政策层面，建立起草原恢复、保护和可持续利用的管理机制。

当前，我国草原牧区152个贫困县已经全部实现了脱贫，区域性的整体贫困得到了解决。2021年中央一号文件提出，全面推进乡村振兴，加快农业农村现代化。其中，对草原牧区，要完善草原生态保护补助奖励政策，稳步恢复草原生态环境。草原的恢复、保护和合理利用，迎来了新的机遇。2020年，中国科学院前瞻性部署了“创建生态草牧业科技体系”战略性先导科技专项。其中，“天然草地恢复技术与近顶极群落构建”项目，以我国典型区域的典型退化草原生态系统为对象，汇聚院内外多学科、多部门、多单位的科技优势，破解草原恢复的限制因素，研发适合不同类型草原恢复的技术体系，将形成覆盖我草甸草原、典型草原、荒漠草原、高寒草地和南方草地等主要草原类型的恢复模式群，为我国退化草原的全面恢复提供整体解决方案。

参考文献

1 国家林业和草原局. 中国草原保护情况. (2018-08-22). http://grassland.china.com.cn/2018-08/22/content_40472470.html.

2 李建东, 方精云. 中国草原的生态功能研究. 北京: 科学出版社, 2016.

3 高树琴, 胡兆民, 韩勇, 等. 生态草牧业在我国精准扶贫中的作用和潜力——中国科学院植物研究所科技扶贫实践与模式探索. 中国科学院院刊, 2019, 34(2): 223-230.

4 李博. 我国草地资源现况、问题及对策. 中国科学院院刊, 1997, 12(1): 49-51.

5 李博. 中国北方草地退化及其防治对策. 中国农业科学, 1997, 30(6): 1-9.

6 刘加文. 大力开展草原生态修复. 草地学报, 2018, 26(5): 1052-1055.

7 白永飞, 潘庆民, 邢旗. 草地生产与生态功能合理配置的理论基础与关键技术. 科学通报, 2016, 61(2): 201-212.

8 潘庆民, 薛建国, 陶金, 等. 中国北方草原退化现状与恢复技术. 科学通报, 2018, 63(17): 1642-1650.

9 陈仲新, 张新时. 中国生态系统效益的价值. 科学通报, 2000, 45(1): 17-23.

10 Connell J H. Diversity in tropical rain forests and coral reefs: High diversity of trees and corals is maintained only in a non-equilibrium state. Science, 1978, 199: 1302-1310.

11 Briske D D, Fuhlendorf S D, Smeins F E. State-and-transition models, thresholds, and rangeland health: A synthesis of ecological concepts and perspectives. Rangeland Ecology & Management, 2005, 58: 1-10.

12 McNaughton S J. Ecology of a grazing ecosystem: The seren-

ChinaXiv合作期刊

geti. Ecological Monographs, 1985, 55(3): 259-294.

13 方精云, 潘庆民, 高树琴, 等. "以小保大"原理: 用小面积人工草地建设换取大面积天然草地的保护与修复. 草业科学, 2016, 33(10): 1913-1916.

14 方精云, 景海春, 张文浩, 等. 论草牧业的理论体系及其实践. 科学通报, 2018, 63(17): 1619-1631.

15 程积民, 井赵斌, 金晶炜, 等. 黄土高原半干旱区退化草地恢复与利用过程研究. 中国科学: 生命科学, 2014, 44(3): 267-279.

16 Butterfield B J, Copeland S M, Munson S M, et al. Prestoration: Using species in restoration that will persist now and into the future. Restoration Ecology, 2017, 25: S155-S163.

17 曹广民, 龙瑞军. 三江源区"黑土滩"型退化草地自然恢复的瓶颈及解决途径. 草地学报, 2009, 17(1): 4-9.

18 尚占环, 董全民, 施建军, 等. 青藏高原"黑土滩"退化草地及其生态恢复近10年研究进展——兼论三江源生态恢复问题. 草地学报, 2018, 26(1): 1-21.

19 贺金生, 刘志鹏, 姚拓, 等. 青藏高原退化草地恢复的制约因子及修复技术. 科技导报, 2020, 38(17): 66-80.

20 许志信, 郭丽珍. 加强草原建设促进畜牧业发展. 内蒙古草业, 2000, 12(3): 1-6.

21 Ellis J E, Swift D M. Stability of African pastoral ecosystems: Alternate paradigms and implications for development. Journal of Range Management, 1988, 41(6): 450-459.

22 Scoones I. Exploiting heterogeneity: Habitat use by cattle in dryland Zimbabwe. Journal of Arid Environments, 1995, 29(2): 221-237.

23 Vetter S. Rangelands at equilibrium and non-equilibrium: Recent developments in the debate. Journal of Arid Environments, 2005, 62(2): 321-341.

24 Briske D D, Coppock D L, Illius A W, et al. Strategies for global rangeland stewardship: Assessment through the lens of the equilibrium-non-equilibrium debate. Journal of Applied Ecology, 2020, 57(6): 1056-1067.

25 Gillan J K, McClaran M P, Swetnam T L, et al. Estimating forage utilization with drone-based photogrammetric point clouds. Rangeland Ecology & Management, 2019, 72(4): 575-585.

26 Karl J W, Yelich J V, Ellison M J, et al. Estimates of willow (*Salix* spp.) canopy volume using unmanned aerial systems. Rangeland Ecology & Management, 2020, 73(4): 531-537.

chinaXiv:202303.08820v1

ChinaXiv合作期刊

Issues and Solutions on Grassland Restoration and Conservation in China

PAN Qingmin[1,2*] SUN Jiamei[1,2] YANG Yuanhe[1] LIU Wei[1,2] LI Ang[1] PENG Yunfeng[1]
XUE Jianguo[1] XIA Hao[3] HUANG Jianhui[1]
(1 State Key Laboratory of Vegetation and Environmental Change, Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093, China;
2 Engineering Laboratory for Grass-based Livestock Husbandry, Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093, China;
3 Aerospace Information Research Institute, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100094, China)

Abstract The area of grassland in China is about 392.8 million hm^2, covering 40.9% of land surface of China. Grasslands not only serve as important green barriers for national ecological security but also as basic means of production for local farmers and herders. However, the grasslands in China have been unevenly deteriorating since 1980s in large areas. To date, the overall condition of grasslands in China remains worsening, with some area getting better. Such a situation severely constrains the developments of ecological civilization and social economy in China. Here, we analyze the current state and issues in grassland restoration and conservation and suggest some countermeasures, aiming to restore, conserve, and sustainably use the grasslands in China.

Keywords natural grasslands, “small vs. large area” principle, ecological function, production function, intelligent grazing system

chinaXiv:202303.08820v1



潘庆民 中国科学院植物研究所研究员。主要研究领域：草原生态系统结构与功能维持机制、退化草原修复与生态系统管理、生态草牧业。E-mail: pqm@ibcas.ac.cn

PAN Qingmin Professor of Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences (CAS). His research focuses on the mechanisms for the maintenance of grassland structure and functioning, the restoration of degraded grasslands and the management of natural grasslands, and the grass-based livestock husbandry. E-mail: pqm@ibcas.ac.cn

■责任编辑：岳凌生

*Corresponding author